

УДК 65.012.45

А.В. ПОПОВ, А.П. СЕМЕНЮК, Н.В. ЕРЕМЕНКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ АЭРОПОРТА

Проведен анализ бизнес-процессов типового аэропорта, разработана концептуальная модель в среде Adonis как комплекс организационного, информационного и функционального обеспечения. Построена функциональная модель бизнес-процесса регистрации пассажиров в среде BPWin. Выявлены «узкие» места системы регистрации пассажиров. Создана имитационная модель регистрации пассажиров с целью исследования динамики процесса обслуживания пассажиров, анализа информационных потоков и изучения статистических характеристик. Для анализа основных характеристик процесса обслуживания пассажиров проведены эксперименты.

Ключевые слова: информационная система, компьютерная сеть, имитационное моделирование, информационные потоки, концептуальная модель, функциональная модель.

Введение

В условиях формирования рыночных отношений особую актуальность приобретает проблема более эффективного оперативного и стратегического управления авиапредприятиями. Компьютеризация и внедрение новых информационных технологий в аэропортах позволяет существенно увеличить их пропускную способность, и, в конечном итоге, полный пассажирооборот, а также повысить уровень предоставляемого сервиса. Кроме того с помощью информационной системы повышается качество обслуживания пассажиров и воздушных судов. Оперативность, уровень предоставления информационных услуг и поддержка пользователей занимают важное место в работе информационных служб гражданской авиации.

Исследование работы информационных служб аэропорта дает возможность улучшить характеристики организационной структуры (количество уровней и персонала на каждом уровне поддержки), а также оценить реакцию системы при изменениях значений основных параметров (количество пользователей системы, интенсивность запросов и т.д.).

Вышеизложенное позволяет сформулировать актуальные задачи данной работы:

- анализ информационной системы (ИС) типового аэропорта [1];
- создание концептуальной модели бизнес-процессов системы регистрации пассажиров [2, 3];
- создание имитационной модели процесса регистрации пассажиров [4];
- анализ результатов проведенных экспериментов.

Системное описание типового аэропорта

Сферами деятельности типового аэропорта являются: техническое обслуживание авиационной техники; обеспечение обслуживания пассажиров, багажа, почты и грузов при внутренних и международных воздушных перевозках; аэродромное обеспечение и др.

Организационная система управления типового аэропорта представляет собой иерархическую структуру и характеризуется линейно-функциональными связями между работниками аппарата управления, а также является отражением полномочий и обязанностей, которые возложены на каждого из работников аппарата управления.

Основными составляющими типовой информационной системы аэропорта являются:

- подсистема диспетчерского центра;
- подсистема обслуживания самолетов;
- подсистема обслуживания пассажиров.

Информационная система обеспечивает сбор информации из различных источников, включая расписания движения, оперативные базы данных по перевозочному процессу, системы регистрации и наличия билетов, комплексную обработку входящей информации, формирование и вывод обработанных данных на различные рабочие места и средства отображения [1]. Благодаря интеграции оперативной базы данных и внешних источников информации обеспечивается единое информационное пространство для аэропорта.

Информационная система позволяет осуществить вывод информации на средства отображения –

информационные табло различного назначения, табло на базе мониторов, информационно-справочные киоски (инфоматы) и др. Наличие средств конфигурирования позволяет быстро настраивать форму отображения информации.

Также в составе информационной системы часто реализуется автоматическое громкоговорящее оповещение на транспортном терминале. Использование звуковых станций с управлением различными зонами озвучивания позволяет в автоматическом режиме выдавать звуковые сообщения только в нужные помещения и территории объекта. При этом существенно повышается воспринимаемость голосовой информации пассажирами.

Система управления позволяет в едином интерфейсе объединить мониторинг и управление разнообразным оборудованием и программными средствами. Возможность автоматической выдачи тревожных сообщений на средства визуализации и голосового обеспечения, доведения до обслуживающего и дежурного персонала информации о функционировании всех компонент системы делает программно-аппаратный комплекс информационно-управляющих систем уникальным средством управления транспортными терминалами.

Анализ показал, что наряду с указанными особенностями функционирования информационной системы типового аэропорта (для которого все еще характерными остаются низкие показатели пассажирооборота) система регистрации пассажиров и приема багажа являются неудовлетворительными. В свою очередь, отсутствие научно обоснованных принципов построения информационной системы регистрации пассажиров и багажа приводит к дополнительным затратам на реализацию и к низкой эффективности функционирования.

Поскольку обслуживание пассажиров является основным бизнес-процессом в деятельности аэропорта, в данной публикации построена модель именно этого процесса.

2. Построение концептуальной модели бизнес-процессов системы регистрации пассажиров

В общем случае, концептуальная модель представляет собой определенное множество понятий и связей между ними, являющихся смысловой структурой рассматриваемой предметной области. Следовательно, в первую очередь, необходимо определить, что будет являться концептами разрабатываемой модели. Цель данного исследования предполагает выработку рекомендаций по усовершенствованию информационной системы типового аэропорта, следовательно, логично провести анализ основных

бизнес-процессов авиакомпании с требуемой степенью детализации.

Необходимо отметить, что под описанием бизнес-процессов понимается не только визуальное представление деятельности компании с помощью инструментальных средств, но и задание для каждого действия определенного множества параметров: временных, стоимостных и прочих. Поэтому была проведена работа по сбору и анализу входных данных, что потребовало значительных затрат времени. Можно утверждать, что этот этап является одним из самых важных, поскольку именно от достоверности вводимых параметров зависят результаты имитационного моделирования, по которым в дальнейшем и будут анализировать ситуацию в авиакомпании.

Поскольку моделирование является достаточно длительным и трудоёмким процессом, исследование было разбито на следующие этапы:

- 1) исследование деятельности предприятия, построение концептуальной модели предприятия с использованием средств визуального моделирования;
- 2) проведение оценки адекватности этой модели, сравнение вариантов реальной деятельности с результатами имитационного моделирования;
- 3) формирование рекомендаций по совершенствованию существующих бизнес-процессов.

Построение концептуальной модели позволяет выявить проблемные места, и модифицировать структуру бизнес-процессов компании. При этом построенная концептуальная модель как комплекс организационного, информационного и функционального анализа даёт возможность всестороннего изучения предметной области. При разработке концептуальной модели типового аэропорта была использована среда разработки Adonis, к достоинствам которой относятся: наглядность; простота составления диаграммы; четкая логика построения моделей, которая позволяет избежать многих ошибок при проектировании; интуитивно-понятный интерфейс системы; наличие встроенных средств имитационного моделирования; возможность представления всех видов данных (функциональные, информационные и иерархические модели) в виде единой карты компании – комплексное описание системы.

Руководство пользователя, а также основные обозначения, используемые при построении организационной (рис. 1) и функциональной (рис. 2) моделей описаны в [5].

Организационная модель (рис.1) позволяет задавать структуру отделов с исполнителями. Все данные объединены в единую структуру, что увеличивает прозрачность системы и позволяет легко ее оценивать и модифицировать.

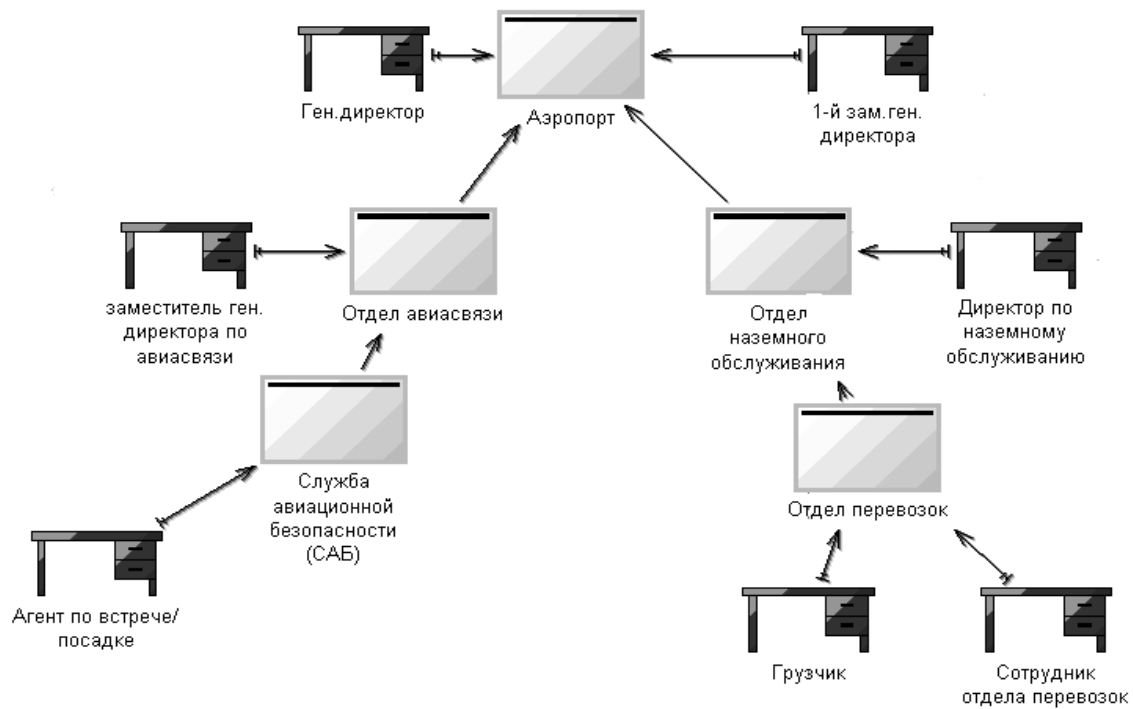


Рис. 1. Организационная модель

Информационный анализ заключается в исследовании информационных потоков, циркулирующих между функциональными компонентами организационной системы управления. Информационный анализ выполняется для определения взаимодействия между подразделениями и определения состава передаваемой документации. Результаты информационного анализа используются в дальнейшем при классификации объектов.

С помощью функционального анализа (рис.2) выясняются функциональные связи и последовательности выполнения функций, задач и процедур. Данный анализ основывается на многоуровневом рассмотрении: на основе декомпозиции каждая функция разделяется на задачи, а те в свою очередь разделяются на процедуры, такое исследование в практике создания информационных систем получило название – бизнес-моделирование, а содержание функциональных моделей – бизнес-процессом.

Результатом функционального анализа является получение ряда функциональных моделей, отражающих бизнес-процессы конкретного авиапредприятия с заданным уровнем детализации. Их анализ позволит локализовать проблемные места, оценить преимущества новых функциональных компонентов и глубину изменений существующей их организации.

Детализация функциональных компонентов бизнес-процессов позволяет выявить недостатки организации даже там, где функциональность на первый взгляд кажется очевидной.

На основе анализа предметной области была построена функциональная модель бизнес-процесса регистрации пассажиров в среде BPWin с целью выявления мест падения производительности.

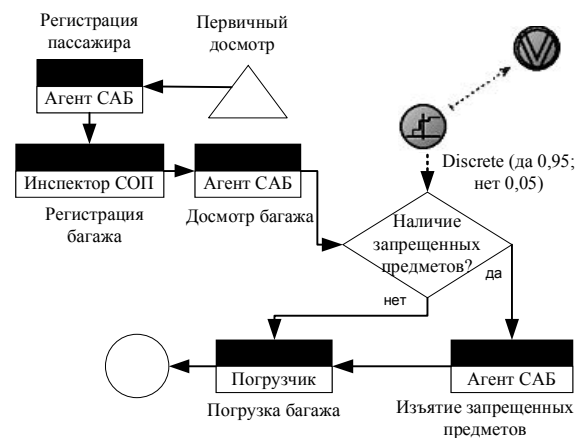


Рис. 2. Функциональная модель процесса регистрации пассажиров

Была построена контекстная диаграмма бизнес-процесса обслуживания пассажиров, которая представляет собой самое общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой (рис. 3).

Далее проведена функциональная декомпозиция системы (разбиение системы на крупные фрагменты) с дальнейшей декомпозицией каждого большого фрагмента системы на более мелкие и так далее до достижения требуемого уровня подробности описания. Диаграмма декомпозиции основных бизнес-процессов на рис. 4.

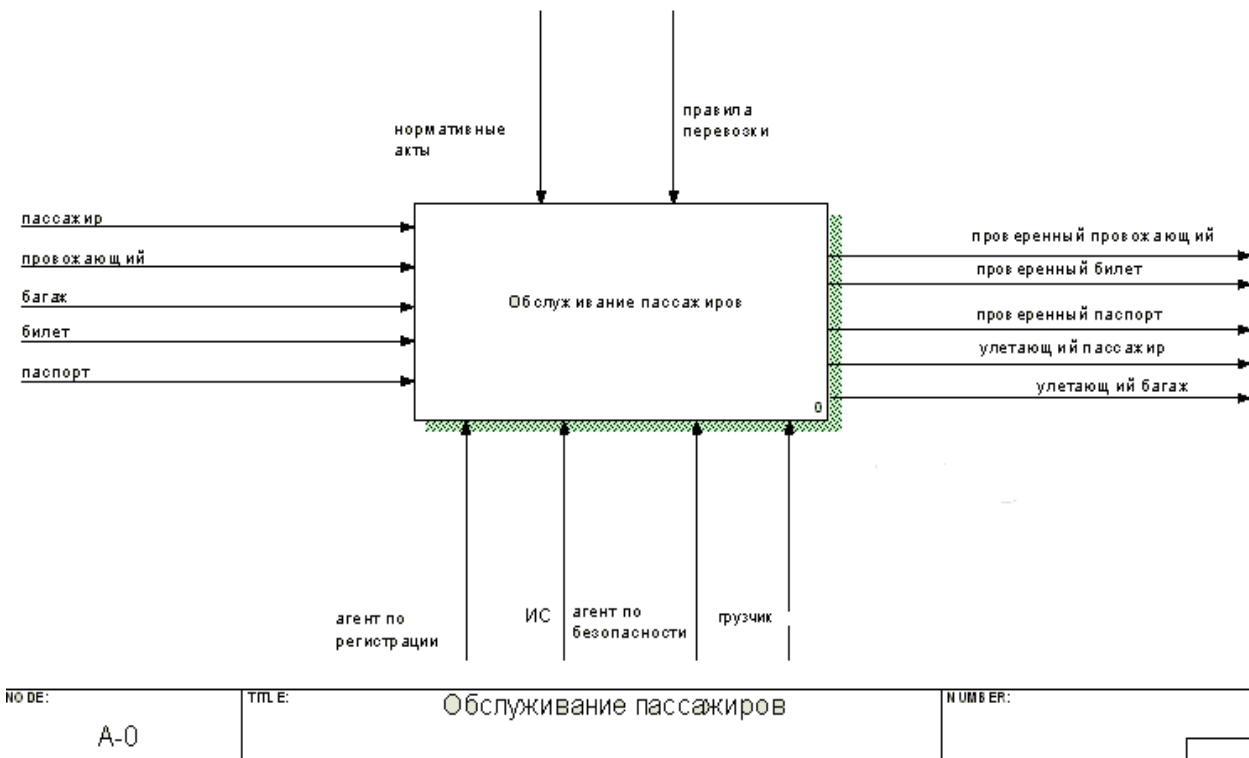


Рис. 3. Контекстная диаграмма бизнес-процесса обслуживания пассажиров

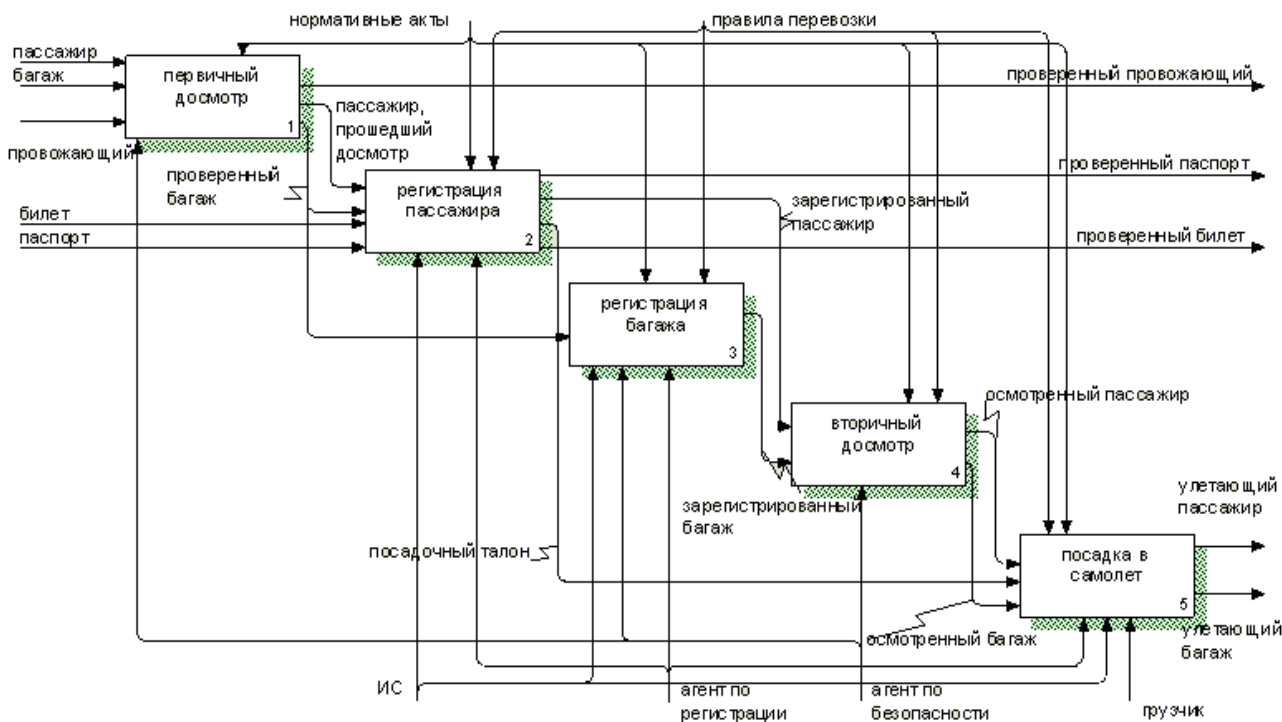


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции бизнес-процессов

Исследование показало, что большинство информационных и материальных потоков сосредоточено в процессе регистрации пассажиров. Сотрудники аэропорта, выполняющие регистрацию, собирают, обрабатывают и передают в информационную систему следующие данные: информацию о пас-

портных данных пассажира; подтверждение электронного билета (если он имеется); ввод ремарок (если необходимо); назначение места пассажиру; ввод данных о весе багажа и ручной клади и печать багажных бирок; регистрация пассажира и печать посадочного талона; информацию об общем количе-

стве прибывших пассажиров; информацию об отсутствующих пассажирах в конце регистрации; данные о багаже, связка места багажа с номером бирки и объявленной ценностью; данные о служебной почте; отмена регистрации пассажира; снятие багажа и удаление багажной бирки.

Диаграмма дерева узлов показывает иерархию проводимых работ и позволяет рассмотреть всю модель целиком, но не показывает взаимосвязи между отдельными работами (рис. 5).

При построении функциональной модели и модели потоков данных, связанной с обслуживанием пассажиров, были определены «узкие места» в существующей системе:

- возникновение больших очередей при регистрации пассажиров;
- длительное время обслуживания пассажиров перед вылетом;
- многократный досмотр пассажиров и багажа, что приводит к увеличению времени регистрации.

3. Создание имитационной модели регистрации пассажиров

Для анализа динамики процесса обслуживания пассажиров, исследования информационных потоков и изучения статистических характеристик процесса, была построена имитационная модель, описывающая процесс обслуживания пассажиров в аэропорту.

В качестве исходных данных для построения имитационной модели процесса прихода пассажиров на регистрацию использованы:

- биномиальный закон распределения;
- длительность регистрации – 100 мин.;
- максимальный пассажиропоток – в 40-60 минуты регистрации.

Для расчета основных характеристик были использованы следующие формулы [1-3]:

1. Вероятность прихода пассажира в k-й интервал регистрации (табл. 1):

$$P_k = C_n^k \times p^k \times (1-p)^{n-k},$$

где p – вероятность «успешного» прихода пассажира в произвольный интервал времени, в данном случае принята 0,5; C_n^k - число сочетаний из n по k; $k = \{0, \dots, n\}$ – номер интервала, $n = 9$.

2. Число пассажиров, попавших в k-й интервал регистрации (табл. 2):

$$N_k = P_k \times N,$$

где N – максимальное число пассажиров (определяется количеством посадочных мест).

3. Средний период времени между приходом пассажиров в k-й интервал:

$$\bar{t} = \frac{1}{\lambda_k},$$

где λ_k – интенсивность прихода пассажиров за 1 минуту k-го интервала:

$$\lambda_k = \sum \frac{\lambda_i \text{ по рейсам}}{10}.$$



Рис. 5. Диаграмма дерева узлов

Таблиця 1

Вероятность прихода пассажира

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P _k	0,0019	0,018	0,07	0,164	0,246	0,246	0,164	0,07	0,018	0,0019

Таблиця 2

Число пассажиров

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N _k	0,229	2,057	8,227	19,195	28,793	28,793	19,195	8,227	2,057	0,229

В качестве программной платформы для создания имитационной модели была выбрана система имитационного моделирования Arena. Так как она обладает богатым составом функциональных модулей для построения моделей сложных систем, позволяет генерировать необходимые вероятностные распределения, подробно описывать бизнес-процессы с указанием материальных, финансовых и информационных ресурсов, которые их сопровождают. Анимация процессов, происходящих в аэропорту, и детальные отчеты дают богатый статистический материал для анализа эффективности их протекания и дальнейшей оптимизации.

В среде Arena была построена имитационная модель обслуживания пассажиров в аэропорту. Верхний уровень этой модели, содержащий основные процессы, представлен на рис.6.

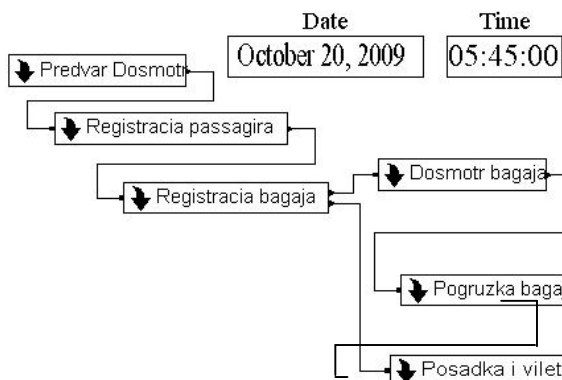


Рис. 6. Имитационная модель основных процессов по обслуживанию пассажиров.

Назначения подпроцессов:

– **Predvar Dosmotr** – первичный досмотр всех людей, входящих в аэропорт на наличие взрывчатых веществ и опасных грузов;

– **Registracia passagira** – проверка документов и билетов, ввод данных в информационную систему, назначение места в самолете, выдача посадочного талона;

– **Registracia bagaja** – регистрация багажа состоит из взвешивания багажа пассажиров и оплаты в случае необходимости веса, превышающего норму в 20 кг, прикрепление багажных бирок;

– **Dosmotr bagaja** – досмотр сотрудником авиационной безопасности пассажиров и ручной клади на наличие опасных веществ и запрещенного груза и изъятие таковых при необходимости;

– **Pogruzka bagaja** – включает проверку багажа на наличие опасных веществ и запрещенного груза, погрузку багажа в машину и сравнение реального количества мест багажа с количеством, зарегистрированным в системе.

В случае успешного завершения каждого этапа, агент по регистрации печатает багажную ведомость и передает ее грузчикам. Если количество мест багажа различно, то выясняют в чем ошибка и устраняют ее. Затем грузчики отправляются к самолету, передают багажную ведомость летной бригаде и погружают багаж в самолет.

– **Posadka i vilet** – включает проверку пассажиров на наличие запрещенных к перевозкам предметов и веществ, нахождение пассажиров в зале ожидания аэропорта, перевозку их на автобусе к трапу самолета, проверку посадочных талонов и размещение в салоне самолета, затем вылет (рис.7).



Рис. 7. Модель процесса посадки пассажиров в самолет и вылета

4. Результаты моделирования

Для анализа основных характеристик процесса обслуживания пассажиров (время обслуживания пассажиров и среднее время их пребывания в очереди) были проведены следующие эксперименты:

Эксперимент № 1:

- пассажиропоток не изменен;
- параметры составных блоков модели изначально проектируемые (исходные данные, заданные выше).

Эксперимент № 2:

- количество вылетающих пассажиров увеличено на 15%;
- параметры составных блоков модели изначально проектируемые.

Эксперимент № 3:

- количество вылетающих пассажиров увеличено на 15%;
- количество стоек регистрации – 14;
- число новых агентов регистрации – 6 (1-6 стойки);
- время регистрации пассажиров «новичком» (новым агентом регистрации) – 50 сек;
- время обработки единицы багажа «новичком» – 19сек.

Эксперимент № 4:

- количество вылетающих пассажиров увеличено на 15%;
- количество стоек регистрации – 10;
- число новых агентов регистрации – 6 (1-6 стойки);
- время регистрации одного пассажира и обработки единицы багажа изначально проектируемые.

В результате моделирования для каждого эксперимента были получены время обслуживания пассажиров (рис. 8) и среднее время их пребывания в очереди (рис. 9).

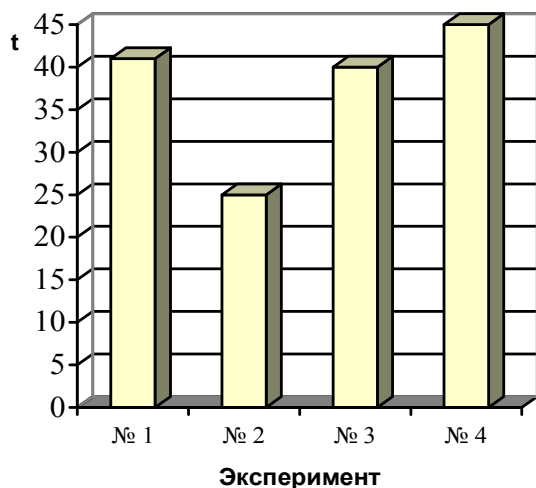


Рис. 8. Время обслуживания пассажиров

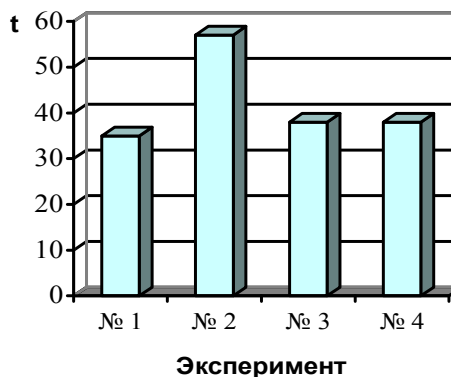


Рис. 9. Среднее время ожидания в очереди

Заключение

Создана концептуальная и имитационная модель бизнес-процессов системы регистрации пассажиров. Имитационная модель обслуживания пассажиров в аэропорту позволила получить подробные отчеты об использовании материальных и информационных ресурсов в типовом аэропорту. Выявлены потенциальные «узкие» места системы регистрации пассажиров и багажа.

Проанализированы результаты проведенных экспериментов. Показатели 3-го эксперимента оказались самыми успешными (рис. 8, 9).

Детальный анализ количественных характеристик моделируемого процесса позволяет обосновать необходимое количество стоек регистрации в условиях заданной интенсивности входящего потока пассажиров, что, дает возможность сократить затраты предприятия на обслуживание мест регистрации пассажиров и багажа. Такое обоснование позволит усовершенствовать основные бизнес-процессы системы регистрации пассажиров аэропорта, что, в свою очередь, необходимо для соблюдения факта обеспечения нормального функционирования процессов аэропорта.

Наряду с предложенным выше инженерно-прикладным способом моделирования материальных и информационных процессов можно предложить более оперативный и упрощенный подход в виде аналитического моделирования с помощью средств теории массового обслуживания. В частности, для моделирования процессов регистрации пассажиров и багажа можно использовать многоканальные однофазные модели с пуассоновским входящим потоком, экспоненциальным законом времени обслуживания и дисциплиной Fifo (первым пришел первым обслужился). Известные теоретические формулы для указанной постановки дают возможность достаточно оперативно получить следующие результаты при наличии заданной интенсивности входящего потока и интенсивности обработки элементов потока в обслуживающих устройствах (стойках регистрации):

- коэффициент загрузки,

– среднее время ожидания,
– среднее время нахождения элемента потока в системе и др.

При этом можно использовать модели с неограниченным и ограниченным количеством мест ожидания.

Даже при таких упрощенных условиях расчета можно получить количество необходимых аппаратов обслуживания для сохранения заданного общего времени обслуживания пассажиропотока.

Литература

1. Куликовский, Л.Ф. *Теоретические основы информационных процессов* [Текст] / Л.Ф. Куликовский, В.В. Мотов. – М.: Высшая школа, 1987. – 248с.

2. Дмитриев, С.А. *Реинжиниринг бизнес-процессов проектирования и производства. Приложение I. Методические рекомендации к лабораторному практикуму* [Текст] / С.А. Дмитриев, А.А. Саломатина, Ю.Н. Фомина; под общ. ред. Е.И. Яблочникова. – СПб.: СПбГУИТМО, 2008. – 236 с.

3. Советов, Б.Я. *Моделирование систем: учеб. пособие для вузов* [Текст] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.

4. Кельтон, В. *Имитационное моделирование* [Текст] / В. Кельтон. – СПб.: Питер; К.: BHV, 2004. – 847 с.

5. ADONIS. Version 3.81. Volume II. User Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.csd.uoc.gr/~hy565/newpage/docs/pdfs/ADONIS_user_manual.pdf. - 12.12.2011 г.

Поступила в редакцию 12.12.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедры автоматизированных систем управления, И.П. Гамаюн, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.

МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ АЕРОПОРТУ

А.В. Попов, А.П. Семенюк, Н.В. Єременко

Проведено аналіз бізнес-процесів типового аеропорту, розроблена концептуальна модель в середовищі Adonis як комплекс організаційного, інформаційного та функціонального забезпечення. Побудована функціональна модель бізнес-процесу реєстрації пасажирів в середовищі BPWin. Виявлено «вузькі» місця системи реєстрації пасажирів. Створено імітаційну модель реєстрації пасажирів з метою дослідження динаміки процесу обслуговування пасажирів, аналізу інформаційних потоків та вивчення статистичних характеристик. Для аналізу основних характеристик процесу обслуговування пасажирів проведені експерименти.

Ключові слова: інформаційна система, комп'ютерна мережа, імітаційне моделювання, інформаційні потоки, концептуальна модель, функціональна модель.

MODELLING BUSINESS PROCESS OF SERVICE AIRPORT PASSENGERS

A.V. Popov, A.P. Semenuk, N.V. Eremenko

The analysis of model airport business processes is conducted; a conceptual model in Adonis environment like organizational, informational, and functional ensuring complex is developed. A functional model of the registration passengers' business process in BPWin environment is build. "Narrow" places of passenger check-in are identified. A simulation model of passenger check-in to investigate the dynamics of passenger service is created, the analysis of information flows and to study the statistical characteristics. To analyze the main characteristics of a process of passenger services experiments are performed.

Keywords: information systems, computer networks, simulation modeling, information flows, conceptual model, functional model.

Попов Андрей Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Семенюк Анастасия Петровна – студент кафедры информационных управляющих систем, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Єременко Наталя Валентинівна – молодший науковий співробітник кафедри інформаційних управляючих систем, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Є. Жуковського «Харьківський авіаційний інститут», Харків, Україна.